



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Graduación

Calidad de semillas en variedades locales y mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), provenientes de los departamentos de Madriz, Matagalpa, Carazo y Managua, diciembre 2018

AUTORES

Br. José Alejandro López Carazo

Br. Justo Pastor Aguilar Centeno

ASESORES

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez

MSc. Isaías Sánchez Gómez

Managua, Nicaragua

Octubre, 2019



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Graduación

Calidad de semillas en variedades locales y mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), provenientes de los departamentos de Madriz, Matagalpa, Carazo y Managua, diciembre 2018

AUTORES

Br. José Alejandro López Carazo

Br. Justo Pastor Aguilar Centeno

ASESORES

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez

MSc. Isaías Sánchez Gómez

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua,
Octubre, 2019

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al título de: **Ingeniería agronómica**

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente

Secretario

Vocal

Lugar y fecha (día/mes/año) _____

ÍNDICE

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación y fecha del estudio	4
3.2 Diseño metodológico	4
3.2.1 Diseño experimental	4
3.2.2 Material genético	4
3.3 Variables evaluadas	6
3.3.1 Características sanitarias de las semillas	6
3.3.2 Características físicas de semillas	6
3.3.3 Calidad fisiológica de semillas y características de crecimiento vegetativo	7
3.4 Análisis de los datos	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1 Sanidad de las semillas	10
4.2 Características físicas de las semillas	13
4.3 Calidad fisiológica de las semillas y características de crecimiento vegetativo	15
4.3.1 Resultados del Análisis de varianza	15
4.3.2 Valores promedios de calidad fisiológica en semillas de variedades locales	15
4.3.3 Valores promedios de calidad fisiológica en semillas de variedades mejoradas	17
V. CONCLUSIONES	20
VI. RECOMENDACIONES	21
VII. REFERENCIAS CITADAS	22
VIII. ANEXOS	24

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por concederme la vida, entendimiento, sabiduría y bendecirme cada día, a mis padres Julián López Gutiérrez y María Teófila Carazo González, por ser quienes me han dado amor, comprensión y apoyarme a lo largo de mi formación académica, sus consejos y acciones han sido parte fundamental, fueron quienes me inculcaron la responsabilidad, el respeto y demás valores que definen a un hombre desde pequeño, también a mis hermanos/as y sobrinos/as que fueron fundamental durante este proceso de preparación profesional.

Br. José Alejandro López Carazo

En principal dedicamos nuestra investigación a Dios por concedernos el don de la vida, por regalarnos la sabiduría, entendimiento y voluntad de seguir adelante, en segundo lugar a mis amados padres Fausto Aguilar Zepeda y María Amparo Centeno López (Q.E.P.D) por ser ellos que han estado en los momentos buenos y malos de mi vida brindarme apoyo incondicional tanto económico como emocional, a mis hermanos en principal Robín Gabriel Aguilar Centeno que siempre me brindo la mano cuando lo necesitaba y en general a las personas que hicieron posible llegar hasta este punto de mi vida.

Br. Justo Pastor Aguilar Centeno.

AGRADECIMIENTOS

A la organización de “amigos de la tierra” por el financiamiento de esta investigación, en el marco del proyecto AGROPESQUERO.

A la Universidad Nacional Agraria, por darme la oportunidad de estudiar esta carrera tan prestigiosa “Ingeniería Agronómica” y brindarme los medios para convertirme en profesional del agro.

A nuestros asesores, Dr. Oscar Gómez y MSc. Isaías Sánchez, por darnos la confianza, consejo, apoyo y compartir sus conocimientos para hacer posible este trabajo.

Al personal de hemeroteca, biblioteca, laboratorios de semilla, microbiología y fisiología vegetal por su colaboración en este trabajo.

A mis colegas, Beyner Acevedo, Uriel Cuadra, Elvis Zelaya, Justo Aguilar, Jerome Rivera, Donald Sánchez, Esmeralda Núñez, Sorelia Mota, Rebeca Rivas y Aura Espinoza, por el apoyo mutuo durante nuestros años de estudios.

Br. José Alejandro López Carazo

A la organización de “amigos de la tierra” por el financiamiento de esta investigación. En el marco del proyecto AGROPESQUERO

A nuestros asesores el Dr. Oscar Gómez Gutiérrez y el MSc. Isaías Sánchez, que nos apoyaron con gran esfuerzo en cada momento, por la oportunidad que nos brindaron para trabajar y poner su confianza para el desarrollo de la investigación.

A la Universidad Nacional Agraria por haberme permitido culminar mi carrera con éxito al personal tanto del CENIDA como laboratorio de microbiología por su amabilidad de atención.

Al departamento de deporte porque también hicieron que esto fuera posible, a compañeros de estudio Beyner Omar Acevedo, José Alejandro López, Celin Amador Cuadra y Elvis Josué Zelaya por su paciencia y comprensión durante el transcurso de mis estudios y en fin a todos mis colegas de estudios.

Br. Justo Pastor Aguilar Centeno

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Descripción del nombre, grupo y procedencia de cada una de las variedades de frijol común utilizadas en el experimento de calidad de semillas. Universidad Nacional Agraria. Managua, diciembre 2018	5
2. Porcentajes de semillas afectadas por géneros de hongos y bacterias en 15 variedades locales y cuatro mejoradas de frijol común, evaluados en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Agraria. Managua, diciembre 2018	12
3. Valores promedios y desviación estándar para ancho, largo, grosor y peso de 100 semillas en 15 variedades locales y 11 mejoradas de frijol común, evaluadas en el laboratorio de semilla de la Universidad Nacional Agraria. Managua, diciembre 2018	14
4. Significancia estadística (valores-p) para calidad fisiológica y características de crecimiento vegetativos de plántulas de frijol común, UNA; Managua, diciembre 2018	15
5. Comparación de medias para las variables de Velocidad de emergencia, Emergencia al primer conteo, Emergencia total, Área radical, Materia seca de la parte aérea y raíz en 15 variedades locales de frijol común, evaluadas en campo, en canteros con sustrato de arena. UNA, Managua, diciembre 2018	17
6. Comparación de medias para las variables de Velocidad de emergencia, Emergencia al primer conteo, Emergencia total, Área radical, Materia seca de la parte aérea y raíz para 11 variedades mejoradas de frijol común, evaluadas en campo en canteros con sustrato de arena. UNA, Managua, diciembre 2018	18

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Plano de campo	24
2. Formas y colores de semillas de las diferentes variedades de frijol común utilizadas en este estudio	25
3. Medición de dimensiones (A) y peso de semillas (B) de las distintas variedades estudiadas, laboratorio de semilla, UNA-Managua, diciembre 2018	26
4. Desinfección de sustrato con agua caliente(A) y siembra de las semillas (B). Área de recursos genéticos, UNA-Managua, diciembre 2018	26
5. Toma de datos de las semillas emergidas para determinar vigor y emergencia total de semillas de las distintas variedades de frijol. Área de recursos genéticos, UNA-Managua, diciembre 2018	27
6. Extracción de plántulas a los 10 días después de la siembra(A) y medición del área radical (B) de las mismas. Área de recursos genéticos, UNA-Managua, diciembre 2018	27

RESUMEN

El estudio se realizó en la Universidad Nacional Agraria, UNA-Managua, con el objetivo de identificar variedades locales y mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con calidad superior de semilla y características de crecimiento vegetativo de plántulas que confieran tolerancia a sequía. La calidad de semillas fue evaluada mediante pruebas físicas y sanitarias realizada en los laboratorios de semilla y microbiología. Se determinó la calidad fisiológica de semillas y plántulas a nivel de campo en tres canteros de concreto con arena como sustrato, en cada repetición se estableció un surco con diez semillas por variedad. Para el análisis de sanidad no se realizaron análisis estadísticos, los datos recolectados fueron expresados en porcentajes de acuerdo a las afectaciones por cada variedad. Los datos de características físicas, se analizaron de forma descriptiva (medias y desviación estándar) empleando el programa Microsoft Excel 2016. A los datos de calidad fisiológica se les realizó un análisis de varianza anidado, mediante el programa JMP (versión 13.2.0) y comparación de medias por Tukey con $p=5\%$. En sanidad de las semillas, los patógenos predominantes fueron *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp, *Macrophomina* sp, *Bacillus* sp y *Pseudomona* sp. Hubo homogeneidad en las características físicas de semillas (dimensiones y peso) en variedades locales y mejoradas. El análisis de calidad fisiológica de semillas y plántulas no mostró diferencias significativas entre grupo de variedades (locales y mejoradas) para ninguna de las variables estudiadas, en cambio los valores promedios de variedades dentro de grupo resultaron estadísticamente diferentes a excepción de la variable de área radical. Las variedades locales Nicheño, Colombiano, Papa, Chile rojo, Maravilla VB, Negro, Frijol Rojo, Rack, Rojito T2, Rojito VB y las variedades mejoradas, Rojo extrema sequía, RSB-393, RT-855, INTA San Ramón, SMR-100, INTA precoz, SFF-60, INTA norte, NTA sequía e INTA Rojo resultaron con calidad superior de semillas.

Palabras clave: Vigor, área radical, sequía, crecimiento vegetativo.

ABSTRAC

The study was carried out at the National Agrarian University, UNA-Managua, with the objective of identifying local and improved varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with superior seed quality and characteristics of vegetative growth of seedlings that confers tolerance to drought. Seed quality was used through physical and sanitary tests carried out in seed and microbiology laboratories. The physiological quality of seeds and seedlings was determined at a field level in three concrete beds with sand as a substrate, in each repetition a groove was produced with ten seeds per variety. For the health analysis were not statistically analyzed, the data collected were expressed in percentages according to the affects for each variety. The physical characteristics data, analyze the descriptive form (means and standard deviation) using the Microsoft Excel 2016 program. The physiological quality data were performed a nested analysis of variance, using the JMP program (version 13.2.0) and Comparison of averages for Tukey with $p = 5\%$. In seed health, the predominant pathogens were *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp, *Macrophomina* sp, *Bacillus* sp and *Pseudomona* sp. There was homogeneity in the physical characteristics of seeds (dimensions and weight) in local and improved varieties. The analysis of physiological quality of seeds and seedlings did not change the differences between groups of varieties (local and improved) for any of the variables studied, however the average values of varieties within the group were statistically different with the exception of the area variable radical Local varieties Nicheño, Colombian, Potato, Red Chile, Marigold VB, Black, Red Bean, Rack, Rojito T2, Rojito VB and improved varieties, Extreme Red Drought, RSB-393, RT-855, INTA San Ramón, SMR- 100, early INTA, SFF-60, north INTA, NTA drought and INTA Red resulted in superior seed quality.

Keywords: Vigor, radical area, drought, vegetative growth

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo importante principalmente en las familias rurales por ser fuente de proteínas en la alimentación humana y como fuente de empleo. En Nicaragua el 95% de la siembra de frijol común lo realizan agricultores de pequeña y mediana escala en áreas de 0.35 a 2.11 ha, el 5% restante es explotado por agricultores de gran escala (INTA 2009). La mayor parte del frijol se siembra en áreas expuestas a limitantes ambientales (presencia de sequía recurrente, suelos con baja fertilidad, presencia de plagas y enfermedades) lo que ocasiona rendimientos muy por debajo del potencial del cultivo (entre 4 a 6 t/ha, respectivamente, dependiendo si es frijol criollo o mejorado).

Bajo las condiciones antes mencionadas y a fin de obtener una producción aceptable (con rendimiento de semillas igual o superior al promedio local donde se pretende utilizar las variedades), la elección de la variedad a utilizar en las siembras es una decisión importante dirigida a la obtención de una producción más sostenible de frijol común. En general, la semilla que utilizan los agricultores de frijol común puede ser de variedades criollas (conocidas como locales) y de aquellas generadas por centros de investigaciones nacionales o internacionales (conocidas como mejoradas).

Las variedades locales poseen una excelente adaptación a condiciones ecológicas específicas (temperatura, lluvias, suelos, plagas y enfermedades de una microrregión) y determinados sistemas de manejo agronómico, buena calidad culinaria de los granos, precocidad y alta variabilidad genética, no obstante, poseen bajo potencial de rendimiento debido, en parte, a que el proceso de mejoramiento ha sido menos intenso, aunque más prolongado en el tiempo. Generalmente, cuando se utiliza semilla local ésta proviene de la cosecha anterior, muchas veces sin hacer selección de plantas sobresalientes en los lotes de producción, aunque si a nivel de grano antes de la siembra. Esto puede ser una de las causas de los bajos rendimientos de grano observados en este grupo de semillas (INTA 2013).

En lo relacionado a las variedades mejoradas, éstas han sido seleccionadas por presentar una o más característica superior respecto a las variedades locales o mejoradas comercialmente, que bajo ciertas condiciones ambientales y de manejo agronómico pueden presentar un buen potencial de rendimiento (Araya y Molina, 1992).

El proceso de producción de frijol común, en cada ciclo agrícola demanda de semilla de calidad, la cual el agricultor debe de conocer para poder incorporarla en su sistema de producción. A pesar de la importancia del cultivo de frijol por las razones expuestas previamente, existe el inconveniente que en las zonas afectadas por la sequía se hace cada día más difícil llevar a cabo la producción de este u otro rubro, en efecto el fitomejoramiento ha trabajado en esta dirección. Sin embargo, se ha prestado poca atención en identificar genotipos con características que permita optimizar la producción de frijol en zonas con suelos de baja fertilidad y poca disponibilidad de agua.

Considerando la importancia de identificar variedades de frijol común tolerante a sequía, que permita a pequeños agricultores de frijol ubicados en el corredor seco de Nicaragua, hacer usos de las mismas, para obtener una producción más sostenible, se decidió iniciar este proceso, con la investigación de la calidad de las semillas y características de crecimiento vegetativo de plántulas de un conjunto de variedades. La calidad de las semillas de las distintas variedades fue determinada mediante pruebas físicas, sanitarias, fisiológicas y de crecimiento vegetativo de plántula.

.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Identificar variedades locales y mejoradas de frijol común que presenten calidad superior de semillas y características de crecimiento vegetativo que confieran tolerancia bajo condiciones de sequía.

2.2 Objetivos específicos

Determinar la calidad sanitaria en semillas de 15 variedades locales y cuatro mejoradas de frijol común.

Evaluar la calidad física, fisiológica de semillas y características de crecimiento vegetativo de plántulas en 15 variedades locales y 11 mejoradas de frijol común.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fecha del estudio

El estudio se realizó en la Universidad Nacional Agraria (UNA-Managua), en el mes de diciembre del 2018, en el área de recurso genético y laboratorios de semilla del Departamento de Producción Vegetal y de Microbiología del Departamento de Sanidad Vegetal. UNA-Managua está ubicada en el km 12 carretera Norte de la ciudad de Managua, localizándose en las coordenadas 12°08'36'' de latitud Norte y 86°04'49'' de longitud Oeste y a una altura de 56 msnm.

3.2 Diseño metodológico

3.2.1 Diseño experimental

Los datos para características de calidad fisiológica de semillas y crecimiento vegetativo de plántulas se registraron a nivel de campo en tres canteros de concreto con dimensiones de 260 cm de largo por 100 cm de ancho y 19 cm de profundidad cada uno. Como sustrato se utilizó arena de construcción previamente tamizada y tratada con agua hervida. Por cada variedad se estableció un surco, colocando en el mismo 10 semillas distanciadas a 10 cm y a una profundidad estándar de 3cm. Entre surco y surco se dejó una distancia de 10 cm (Anexo 1). Este diseño es considerado como bloque completo al azar por ser unifactorial, se estableció en campo y en cada cantero (bloque) se sembraron todas las variedades estudiadas.

3.2.2 Material genético

Se utilizaron 26 variedades de frijol común (quince locales y once mejoradas) obtenidas de agricultores de Madriz (Totogalpa), Matagalpa (San Dionisio, San Ramón, Ciudad Darío, Esquipulas) y del INTA (cuadro 1). Las semillas de las diferentes variedades utilizadas fueron cosechadas en ciclo de potrera 2017 y colectados seis meses después, donde, se desconocen las condiciones de almacenamiento que estuvieron expuestas. Por cada variedad se colectaron entre 0.25 y 1 kg de semilla, las que se mantuvieron almacenadas en el laboratorio de semillas durante seis meses a una temperatura de 18 a 20°C.

Cuadro 1. Descripción del nombre, grupo y procedencia de cada una de las variedades de frijol común utilizadas en el experimento de calidad de semillas. Universidad Nacional Agraria. Managua, diciembre 2018

Tratamiento	Descripción	Municipio
Variedad local	Colombiano	Totogalpa
Variedad local	Papa	Totogalpa
Variedad local	Negro	Totogalpa
Variedad local	Chile rojo	Totogalpa
Variedad local	Rojito T2	San Dionisio
Variedad local	Boneteño	San Dionisio
Variedad local	Moro	San Dionisio
Variedad local	Nicheño	San Dionisio
Variedad local	Frijol rojo	San Dionisio
Variedad local	Rack	Esquipulas
Variedad local	Rojo seda	Esquipulas
Variedad local	Cuarenteño	Esquipulas
Variedad local	Maravilla vaina blanca	Ciudad Darío
Variedad local	Rojo vaina blanca	Ciudad Darío
Variedad mejorada	INTA sequía	Ciudad Darío
Variedad local	Dor vaina blanca	San Ramón
Variedad mejorada	INTA San Ramón	San Ramón
Variedad mejorada	INTA Rojo	Totogalpa
Variedad mejorada	RT- 855	Masatepe
Variedad mejorada	INTA Precoz	Masatepe
Variedad mejorada	RCB-393	Managua
Variedad mejorada	Rojo extrema sequía	Managua
Variedad mejorada	SFF-60	Managua
Variedad mejorada	SMR-88	Managua
Variedad mejorada	INTA Norte	Managua
Variedad mejorada	SMR-100	Managua

Nota: Las variedades que tienen como segundo nombre vaina blanca, serán abreviada a VB durante el desarrollo del documento por situación de espacio. También en este estudio, el término de variedades locales comprende variedades criollas y aclimatadas.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Características sanitarias de las semillas

Presencia de hongo y bacterias (%)

Se tomaron muestras de 400 semillas por variedad, las que fueron desinfectadas con alcohol histológico al 90% durante tres minutos, luego se lavaron con agua destilada estéril y se retiró el exceso de agua en papel toalla esterilizado, posteriormente se procedió a secar las muestra en la cámara de flujo laminar por un periodo de 24 horas, pasado el tiempo indicado se colocaron 300 y 100 semillas en cámaras húmedas y plato petri respectivamente. Las cámaras húmedas contenían papel filtro y los platos petri agar-agar.

La identificación de bacterias y hongos se realizó respectivamente a las 48 horas y 8 días después del montaje. Para la identificación de géneros de bacterias se utilizó la prueba rápida de KOH al 3%, oxidasa, catalasa y producción de pigmentos fluorescente en el medio de cultivo King B (Schaad *et al.*, 2001). La prueba de KOH al 3% se considera positiva cuando se realiza la mezcla de la bacteria con el reactivo y este adquiere una textura viscosa y hay formación de un hilo mucoide al levantar el Asa redonda. La prueba de catalasa se considera positiva cuando hay producción de gas al mezclar la bacteria con el peróxido de hidrogeno al 30%, mientras que la prueba de oxidasa es considerada positiva cuando hay cambio de color purpura en las cintas y negativa cuando no se produce cambio de color.

Para la identificación de géneros de hongos se colocó partes del crecimiento del hongo en láminas porta objeto que contenían solución de azul de lactofenol, posteriormente se hizo observación al microscopio óptico en lentes de 10X y 40X y se compararon con la clave ilustrada para hongos imperfectos de Barnett y Hunter (1998). El porcentaje de semillas infectadas se calculó mediante regla de tres.

3.3.2 Características físicas de semillas

Tamaño de las semillas

Se realizó mediciones directas de las semillas y peso de las mismas, determinadas a través de las siguientes variables:

Dimensiones (mm)

Se determinó de manera individual el ancho, grosor y longitud de veinticinco semillas por variedad, las cuales fueron medidas con un vernier digital.

Peso de 100 semillas (g)

Se calculó por cada variedad, tomado al azar 400 semillas, luego se separaron en muestras de 100 semillas, las que fueron pesadas en una balanza eléctrica tipo OHAUS®, el resultado obtenido se promedió.

3.3.3 Calidad fisiológica de semillas y características de crecimiento vegetativo

En este estudio se consideró el vigor de semillas como parámetros de calidad fisiológica, la cual se determinó con la medición de las variables de velocidad de emergencia y emergencia al primer conteo. El vigor en las semillas se refiere a todas las propiedades y atributos de las mismas, que favorece la germinación, la emergencia y el establecimiento rápido y uniforme de plántulas normales bajo una amplia diversidad de condiciones reales de campo (Morales *et al.*, 2017; Manfrini, 2014; Navarro *et al.*, 2012).

Las características de crecimiento vegetativo fueron medidas mediante la emergencia total, área radical y materia seca de la parte radical y materia seca de la parte aérea de la plántula. En lo que sigue, se describe la forma como se obtuvieron los datos para cada una de las variables antes mencionada.

Velocidad de Emergencia (plántulas/día)

Una vez sembradas las semillas, se realizaron conteos diarios del número de plántulas emergidas, considerando como plántula emergida aquellas en que los cotiledones se observaron al nivel del sustrato. El conteo final se realizó a los siete días después de la siembra. La velocidad de emergencia expresada como un índice acumulativo de plántulas emergidas por día fue calculada con la fórmula propuesta por Maguire (1962) y descrita a continuación:

$$VE = \frac{x_1}{1} + \frac{x_2}{2} + \dots + \frac{x_{i-1}}{n-1} + \frac{x_i}{n}; \text{ En donde:}$$

VE: Velocidad de emergencia

X_i: Número de plantas emergidas por día

n: Número de días después de la siembra

Emergencia al primero conteo (%)

Se calculó por cada variedad a través de recuento directo a plántulas emergidas a los cinco días después de la siembra.

Emergencia Total (%)

Se calculó por cada variedad, contabilizando las plántulas emergidas a los siete días después de la siembra, empleando la expresión siguiente:

$$\%ET = \frac{\text{Número total de plántulas emergidas a los siete días}}{\text{Número total de semillas sembradas}} * 100$$

Área radical (cm²)

Para calcular el área radical se extrajeron del sustrato de arena tres plántulas por variedad en cada repetición. La extracción se realizó con ayuda de una pala, separando el perfil del sustrato donde se encontraban aproximadamente distribuidas las raíces de las tres plántulas, luego se sacudieron para quitar la arena y finalmente se colocaron sobre una hoja de papel milimetrado para medir el largo (desde el cuello hasta la cofia) y ancho (parte más ancha) del sistema radical de cada plántula. Esto se realizó a los 10 días después de la siembra (primera hoja trifoliada).

Materia seca de raíces y parte aérea de plántulas (g)

El propósito de esta variable fue calcular la acumulación de materia seca de las distintas variedades en estudios, las mismas plántulas utilizadas para determinar el área radical fueron utilizadas para este fin, primero se sumergieron en agua para eliminar la arena, luego se separó al nivel del cuello de la plántula, la parte aérea de la radical. Tanto la parte aérea como la parte radical se colocaron, separadamente, en bolsas de papel kraft debidamente perforadas y rotuladas. Estas muestras fueron trasladadas al laboratorio de semilla y se colocaron en horno

por 24 horas a 60°C, finalmente se pesaron ambas partes utilizando una balanza analítica marca GIBERTINI modelo CRY 200 CAL y con una precisión de 0.0001g.

3.4 Análisis de los datos

Los datos recolectados sobre las características físicas y sanitarias de las semillas se realizaron de manera descriptiva mediante el programa Microsoft Excel 2016. Para aquellos datos relacionado con la calidad fisiológica de las semillas y características de crecimiento vegetativo de plántulas se aplicó un análisis de varianza anidado, mediante el programa JMP (versión 13.2.0) y comparación de medias por Tukey con una probabilidad de error del cinco por ciento. Los datos correspondientes a las variables de emergencia al primer conteo y emergencia total expresados en porcentajes, fueron transformaron mediante la función $\text{sen}^{-1}\sqrt{\%}$ para su normalización y luego someterlos al análisis antes mencionado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Sanidad de las semillas

Se analizaron diecinueve de las veintiséis variedades utilizadas en el ensayo de campo debido que de siete de ellas (Rojo extrema sequía, RT-855, SMR-100, INTA precoz, SFF-60, INTA norte, SMR-88), no se tenía suficiente semilla para el análisis.

Se identificaron, en total, nueve géneros de hongos, de los cuales seis de ellos considerados patógenos de semillas (*Fusarium* sp, *Macrophomina* sp, *Pythium* sp, *Rhizoctonia* sp, *Colletotrichum* sp y *Esclerotium* sp) y tres de almacén (*Aspergillus* sp, *Penicillium* sp y *Rhizopus* sp). También se encontraron tres géneros de bacterias (*Bacillus* sp, *Pseudomona* sp y *Curtobacterium* sp). Los resultados de afectación por cada variedad se expresaron en porcentajes (Cuadro 3).

El desarrollo abundante de saprófitos incluyendo hongos de almacenamiento en las pruebas, puede ser una indicación de que la semilla no es de buena calidad debido a las condiciones de cosecha, procesamiento o almacenamiento desfavorables, o al envejecimiento (ISTA 2016).

Los géneros de *Fusarium* sp, *Pythium* sp, *Rhizoctonia* sp, *Macrophomina* sp y *Sclerotium* sp habitan en el suelo causando pudriciones en las raíces. Si el ataque de estos hongos se producen en los primeros días después de la siembra se reduce la emergencia de las plántulas. *Colletotrichum* sp es el hongo causante de la enfermedad conocida como Antracnosis, es uno de los patógenos de mayor importancia transmitido por semillas que infecta desde la etapa de germinación, ataca a las plántulas y avanza en las etapas de producción de follaje, puede penetrar hasta la semilla a través de la infección de las vainas (Araya y Gutiérrez, 2016).

Los hongos de almacén encontrados en esta investigación colonizan las semillas causando deterioro de las mismas debido a la segregación de micotoxinas como diacetoxiscipenol, fumarosina B1, toxina T-2 que causan enfermedades diarreicas y dermatológicas en humanos y animales. Por otro lado, *Bacillus* sp no presentan ningún peligro para los cultivos, en cambio, *Curtobacterium* sp, inhibe la germinación y *Pseudomona* sp causa enfermedades foliares (IICA 2008).

La incidencia de patógenos transmitidos por semillas de frijol común en las distintas categorías de semillas, debe ser del 0 al 0.001% (NTON 11 028-11, 2011), sin embargo los

resultados en este análisis fueron superior. Para seleccionar una o más variedades ya sean locales o mejoradas es importante observar las afectaciones individuales de patógeno por cada variedad (Cuadro 2). De manera general las mayores afectaciones tanto en semillas de variedades locales y mejoradas fueron por *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp, *Macrophammina* sp, *Penicilium* sp, *Bacillus* sp y *Pseudomona* sp.

Para que exista el desarrollo de una enfermedad fitopatogénica, debe de existir contacto entre un patógeno virulento y una planta susceptible más condiciones ambientales favorables (Araya y Gutiérrez, 2016). Las semillas de variedades que resultaron con afectaciones por encima de lo permitidos se vieron afectadas de alguna manera por razones como: Las semillas utilizadas en la siembra pudieron estar contaminada por algún patógeno, existe la posibilidad de haber sembrado las semillas en suelo altamente contaminados por patógenos. A lo mejor se realizó la cosecha cuando no todas las plantas habían alcanzado su madures fisiológica que es bastante común en variedades locales como producto de la alta variabilidad genética, y si las semillas se guardaron con diferencia de humedad, entre ellas se pudo dar el desarrollo de hongos de almacén.

Cuadro 2. Porcentajes de semillas afectadas por géneros de hongos y bacterias en 15 variedades locales y cuatro mejoradas de frijol común, evaluados en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Agraria. Managua diciembre 2018

		HONGOS										BACTERIAS			
ARIEDAD	Procedencia	As	Fs	Mcr	Pnc	Phy	Rzoc	Rzop	Coll	Es	Total	Bs	Ps	Crt	Total
Semillas de variedades locales															
Frijol Rojo	San Dionisio	55.8	2.5	2.8	2.0	0	0	0	0	0	63.0	0	0.3	0	0.3
Rojo Seda	Esquipulas	42.3	5.3	3.8	2.0	0	0	0.3	0	0	53.5	0	1.5	0	1.5
Rack	Esquipulas	36.8	0	0	0.3	3	0.8	0	0	0	40.8	3.3	0.3	0	3.5
Maravilla VB	Ciudad Darío	36.3	2	0.5	2.8	0	0	0.3	0	0	41.8	0	1.5	0.3	1.8
Moro	San Dionisio	24.3	0	0.5	2.8	0.3	0.5	0	0	0.3	28.5	6	0	0	6.0
Papa	Totogalpa	23.5	0	0	0	0	0	0	0	0	23.5	0	0	0	0.0
Negro	Totogalpa	20.5	0.8	0	0	0	0.5	0	0	0	21.8	0	0	0	0.0
Colombiano	Totogalpa	14.8	16.8	0.5	0	0	1.3	0	0	0	33.3	4	0	0	4.0
Chile Rojo	Totogalpa	14.0	0	0	1	0	0	0	0	0	15.0	0	0	0	0.0
Dor VB	San Ramón	12.3	0.8	4	2.3	0	0.3	0	0	0	19.5	2.3	0.5	0	2.8
Rojo VB	Ciudad Darío	11.8	0	5.5	1.3	0	0	0	0	0	18.5	0	0.3	0	0.3
Cuarenteño	Esquipulas	5.5	4.3	5.5	0.0	0	0	0.5	0.3	0	16.0	0	1.5	1.3	2.8
Rojito T2	San Dionisio	3.8	0.3	1	0.5	0.3	0	0	0	0	5.8	0.3	0	0	0.3
Boneteño	San Dionisio	0	1	3	0.3	0.8	0	0	0.3	0	5.3	0.8	0	0	0.8
Nicheño	San Dionisio	0	1	7.5	0	0.8	0	0	0	0	9.3	0.3	0	0	0.3
Semillas de variedades mejoradas															
INTA Sequía	Ciudad Darío	46.3	6.8	4.3	2.3	0	0	0	0	0	59.5	0	2.5	0	2.5
RCB-393	Managua	39.5	0	0.8	8.8	0	0	0	0	0	49.0	1.5	1	0	2.5
INTA Rojo	Totogalpa	31.5	0	0.5	2.5	0.3	0.3	0	0	0	35.0	1.3	0.5	0	1.8
INTA San Ramón	San Ramón	6.8	2.8	0.8	2.5	0.3	0	0.5	0.3	0	13.8	0	2.5	0	2.5

As: Aspergillus sp. Fs: Fusarium sp. Mcr: Macrophomina sp. Pnc: Penicilium sp. Phy: Pythium sp. Rzoc: Rhizoctonia sp. Rzop: Rhyzopus sp. Coll: Colletotrichum sp. Es: Esclerotium sp. Bc: Bacillus sp. Ps:Pseudomona sp. Crt: Curtobaterium sp

4.2 Características físicas de las semillas

Tamaño de semillas

Los valores de desviaciones estándares para las variables de ancho, grosor, longitud y peso de 100 semillas resultaron bajos (≤ 0.8) tanto en semillas de variedades locales como en semillas de variedades mejoradas, demostrando homogeneidad en el tamaño de las semillas entre y dentro de grupo de variedades (Cuadro 2). Esta particularidad podría simplificar el trabajo durante el acondicionamiento de las semillas ya que para fines de limpieza y clasificación podrían utilizarse las mismas zarandas (cribas) para las variedades estudiadas.

Con relación al peso de 100 semillas y de acuerdo a la clasificación propuesta por Schoonhoven (1987) y Muñoz (1993), la mayoría de las variedades locales y mejoradas presentaron semillas de tamaño pequeño (peso de 100 semillas menor o igual a 25 g). Esta particularidad de las variedades está determinada por las preferencias de los consumidores que prefieren granos pequeños. Para satisfacer esta demanda, la selección practicada por los fitomejoradores (técnicos y agricultores) ha sido dirigida en esa dirección.

Cuadro 3. Valores promedios y desviación estándar para ancho, largo, grosor y peso de 100 semillas en 15 variedades locales y 11 mejoradas de frijol común, evaluadas en el laboratorio de semilla de la Universidad Nacional Agraria. Managua, diciembre 2018

VARIEDADES	<u>Ancho (mm)</u>		<u>Largo (mm)</u>		<u>Grosor (mm)</u>		<u>Peso 100 semillas (g)</u>	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
Locales								
Boneteño	6.4	0.3	10.8	0.5	5.1	0.2	25.1	0.3
Chile rojo	6.3	0.5	11.5	0.8	4.7	0.5	23.8	1.2
Colombiano	6.6	0.4	11.7	1.0	5.1	0.4	27.4	0.6
Cuarenteño	6.5	0.2	10.3	0.5	5.3	0.3	22.9	0.6
Dor VB	6.4	0.4	11.5	0.6	4.7	0.5	23.4	0.5
Frijol Rojo	6.2	0.3	10.3	0.6	4.6	0.4	20.6	0.9
Maravilla VB	6.4	0.5	11.5	0.9	4.6	0.4	25.3	0.3
Moro	5.9	0.4	10.5	0.6	4.7	0.3	20.1	0.5
Negro	6.3	0.4	10.7	0.7	4.9	0.4	22.8	0.9
Nicheño	5.8	0.3	9.5	0.9	4.7	0.3	19.3	0.3
Papa	6.6	0.3	11.6	1.4	4.9	0.3	27.8	1.0
Rack	6.3	0.3	11.5	0.6	4.5	0.5	24.0	0.4
Rojito T2	6.2	0.3	11.6	1.1	5.1	0.5	26.3	0.3
Rojo VB	6.5	0.5	10.9	0.6	4.5	0.5	22.6	0.6
Rojo Seda	6.4	0.3	10.9	0.5	5.1	0.3	22.6	0.5
Media	6.3	0.4	11.0	0.8	4.8	0.4	23.6	0.6
Mejoradas								
Rojo extrema sequía	6.5	0.3	11.5	0.5	4.9	0.3	25.4	0.5
RCB 393	6.4	0.3	12.0	0.7	5.1	0.4	26.5	0.6
RT 855	5.9	0.3	10.4	0.4	4.5	0.3	18.1	0.3
INTA Norte	6.2	0.4	11.5	0.7	4.8	0.3	23.1	0.6
INTA San Ramón	6.6	0.3	12.2	1.5	5.0	0.4	29.1	0.5
INTA Precoz	6.5	0.5	10.2	0.5	4.9	0.4	21.3	0.3
INTA Rojo	6.7	0.4	12.1	0.8	4.8	0.4	26.5	0.9
INTA Sequía	6.2	0.4	11.2	0.9	4.6	0.3	24.1	0.5
SFF 60	6.5	0.3	11.6	0.5	5.1	0.4	24.4	0.8
SMR100	6.4	0.4	12.2	0.9	4.8	0.6	24.9	0.3
SMR88	6.8	0.3	11.6	1.4	5.0	0.4	25.4	0.3
Media	6.4	0.3	11.5	0.8	4.9	0.4	24.4	0.5

\bar{X} : Media poblacional; S: Desviación standard.

4.3 Calidad fisiológica de las semillas y características de crecimiento vegetativo

4.3.1 Resultados del Análisis de varianza

El análisis de varianza anidado demostró que entre grupos de variedades (locales y mejoradas), no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) para las variables de Velocidad de emergencia, Emergencia al primer conteo, Emergencia total, Área radical, Materia seca radical y materia seca aérea de plántula. El comportamiento de las variedades dentro de cada grupo (locales y mejoradas) resultaron altamente significativo ($p < 0.05$) para las variables antes mencionadas a excepción del área radical, aunque al separar las medias también resultaron similares los valores promedios de las variedades mejoradas para las variables de materia seca radical y parte aérea de plántula. Los valores de coeficientes de variación mostraron fluctuaciones entre 8.15 y 34 %, la repetición mostró significancia para las variables de área radical y materia seca radical (Cuadro 4).

Cuadro 4. Significancia estadística (valores-p) para calidad fisiológica y características de crecimiento vegetativos de plántulas de frijol común, UNA; Managua, diciembre 2018

Fuente de Variación	Velocidad de emergencia	Emergencia al primer conteo	Emergencia Total	Área radical	Materia seca radical	Materia seca aérea
Repetición	0.13	0.62	0.07	<0.01	<0.01	0.64
Grupo	0.23	0.87	0.13	0.15	0.06	0.12
Variedad(grupo)	<0.01	<0.01	<0.01	0.34	<0.01	<0.01
CV (%)	8.15	17.68	11.05	34.0	21.43	15.3
R ²	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6

4.3.2 Valores promedios de calidad fisiológica en semillas de variedades locales

El vigor de las semillas, medido a través de la prueba de velocidad de emergencia y emergencia al primer conteo, resultó con alta dispersión de los datos. Debido al tamaño de la muestra, en este estudio se consideró semilla de alto vigor aquellas que al menos presentaron 1.80 plántulas emergidas por día u 80% de emergencia al primer conteo (válido también para semillas de variedades mejoradas). Las variedades Moro, Rojo seda, Boneteño, Dor VB y

Caurenteño presentaron semillas de bajo vigor (Cuadro 5). Por otra parte, este grupo de variedades, presentaron buena emergencia en campo, Según el RTCA (2011) se consideran lotes de semillas con buena emergencia, aquellos que presenten resultados de emergencia igual o mayor al 80%. En este estudio, solo la variedad cuarenteño resultó con baja emergencia.

Los resultados para área radical no presentaron diferencia significativa, sin embargo, la media grupal fue de 71.02 cm², considerándose importante en la identificación de variedades tolerante a sequía, debido a que la raíz está directamente relacionada con los procesos de absorción de agua y nutrientes que derivan funciones vitales a la planta. Los mayores valores para esta variable se ven reflejado en las variedades Chile rojo y Rojo seda. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los de Polonia (2009), demostrando que plántulas de líneas de frijol común que presentaron raíces más vigorosas (mayor área radical) fueron más tolerante a sequía puesto que lograron extraer agua y nutriente de perfiles más profundo del suelo cuando en los menos profundo ya no existía. Los resultados de no significancia en esta característica se atribuye cierta aseveración al tamaño de la muestra (tres plántulas por variedad).

La acumulación de materia seca de raíces y aérea en plántulas de frijol mostraron diferencias significativas, donde la variedades Colombiano y chile rojo (mayor materia seca) difirieron de las variedades Moro y Boneteño, respectivamente, para las características antes mencionadas (Cuadro 5). El resto de las variedades mostraron valores promedios entre los mostrados por Colombiano y por las variedades Moro y Boneteño. La materia seca por plántula es una característica de crecimiento vegetativo, además de ser un indicador indirecto del vigor de las semillas, también permite estimar la parte sólida que contiene energía y proteína, relacionándose con los procesos bioquímicos que intervienen en el vigor y crecimiento vegetativo, lo antes mencionado puede representar ciertas ventajas competitivas bajo condiciones adversas al establecimiento normal de plántulas en campo.

Cuadro 5. Comparación de medias para las variables de Velocidad de emergencia, Emergencia al primer conteo, Emergencia total, Área radical, Materia seca de la parte aérea y raíz en 15 variedades locales de frijol común, evaluadas en campo, en canteros con sustrato de arena. UNA, Managua, diciembre 2018

Variedad	Velocidad de emergencia (plántula/día)	Emergencia al primer Conteo (%)	Emergencia Total (%)	Área radical (cm ²)	Materia seca de raíces (g)	Materia seca aérea (g)
Colombiano	2.01 ab	100 a	100 a	87.86	0.21 a	0.76 a
Nicheño	2.19 a	96.7 a	100 a	49.25	0.14 ab	0.57 ab
Papa	1.98 ab	93.4 ab	100 a	60.10	0.16 ab	0.73 ab
Chile rojo	1.99 ab	96.7 a	96.7 ab	105.6	0.21 a	0.75 a
Maravilla BV	1.91 ab	90.0 ab	96.7 ab	73.19	0.18 ab	0.69 ab
Negro	1.89 ab	86.7 abc	96.7 ab	41.89	0.15 ab	0.62 ab
Frijol rojo	1.79 abc	73.3 abcd	93.3 ab	37.92	0.13 ab	0.51 ab
Rack	1.86 abc	86.7 abc	93.3 ab	77.66	0.15 ab	0.66 ab
Rojito T2	1.78 abc	66.7 abcd	93.3 ab	65.33	0.14 ab	0.68 ab
Rojito VB	1.83 abc	83.3 abcd	93.3 ab	55.06	0.11 ab	0.74 ab
Moro	1.75 abcd	76.7 abcd	90.0 ab	71.20	0.09 c	0.49 ab
Rojito Seda	1.64 bcd	46.7 bcd	90.0 ab	97.43	0.14 ab	0.61 ab
Boneteño	1.39 cd	26.7 d	80.0 ab	77.19	0.11 ab	0.45 b
Dor VB	1.54 bcd	63.3 abcd	80.0 ab	78.84	0.16 ab	0.65 ab
Cuarenteño	1.29 d	40.0 cd	70.0 b	87.34	0.10 ab	0.60 ab

Los valores no conectados por la misma letra son significativamente distintos

4.3.3 Valores promedios de calidad fisiológica en semillas de variedades mejoradas

En comparación con el grupo de variedades locales, las variedades mejoradas fueron más homogéneas en los valores promedios registrados para las distintas variables evaluadas (Cuadro 6). Todas estas variedades con excepción de SMR 88 resultaron ser de buen vigor y emergencia tomando las mismas condiciones para las variedades locales.

No se detectaron diferencias significativas en los valores promedios de las distintas variedades para área de radical, materia seca de raíces y materia seca de la parte aérea de plántulas. La media general para las tres variables antes mencionadas fue de 61.54 cm², 0.15g y 0.65g respectivamente.

Cuadro 6. Comparación de medias para las variables de Velocidad de emergencia, Emergencia al primer conteo, Emergencia total, Área radical, Materia seca de la parte aérea y raíz para 11 variedades mejoradas de frijol común, evaluadas en campo en canteros con sustrato de arena. UNA, Managua, diciembre 2018

Variedades	Velocidad de emergencia (plántula/día)	Emergencia al primer conteo (%)	Emergencia Total (%)	Área radical (cm ²)	Materia seca de raíces (g)	Materia seca aérea (g)
Rojo extrema sequia	1.88 a	63.3 cd	100 a	79.21	0.14	0.66
RSB-393	2.02 a	100 a	100 a	59.39	0.18	0.71
RT-855	2.02 a	96.7 ab	100 a	74.04	0.11	0.50
INTA San Ramón	1.88 a	70.0 bc	100 a	68.13	0.16	0.70
SMR-100	1.87 a	63.3 cd	100 a	59.22	0.16	0.76
INTA precoz	2.02 a	93.3 ab	96.7 a	50.49	0.14	0.59
SFF-60	1.86 a	73.3 bc	96.7 a	53.42	0.11	0.63
INTA norte	1.80 a	80.0 abc	90.0 ab	71.27	0.18	0.65
NTA sequía	1.79 a	86.7 abc	90.0 ab	78.13	0.19	0.66
INTA Rojo	1.76 a	83.3 abc	86.7 ab	47.41	0.14	0.69
SMR-88	1.25 b	26.7 b	70.0 b	36.19	0.11	0.59

Los valores no conectados por la misma letra son significativamente distintos

El bajo vigor de las semillas de variedades de frijol se observó mediante emergencia al primer conteo menor al 80% y velocidad de emergencia menor a 1.80 plántulas por día, siendo más evidentes en semillas de variedades locales. La emergencia total para ambos grupos se consideró buena. En este estudio se presume que el bajo vigor de semillas en algunas variedades dependió de la influencia de factores como:

El déficit de agua y el estado nutricional de la planta madre que pudo afectar sus principales procesos fisiológico en sus fases vegetativas y reproductivas que dieron origen a la formación de semillas con pocas sustancias de reservas, luego éstas al ser sembradas, dieron lugar a la germinación, pero al agotarse las reservas, no lograron crecer por que aún no tenían la capacidad de elaborar su propio alimento.

El estado de madurez fisiológica de la semilla en las que fueron cosechas y beneficiadas pudo haber sido realizado bajo diferentes circunstancias para las diferentes variedades y por siguiente expresaron de vigor.

Otro factor que pudo influir en bajo vigor se las semillas fue el deterioro de la semilla como producto del proceso natural de envejecimiento, debido a que las semillas utilizadas en este estudio fueron cosechadas en el ciclo de postrera 2017, donde los primeros seis meses se desconocen las condiciones de almacén y transporte, existiendo la posibilidad que semillas de bajo vigor estuvieron sometidas a condiciones inadecuadas, luego los últimos seis meses se mantuvieron en almacén abierto bajo temperatura de 18°C y 20°C.

El uso de variedades de frijol común que mostraron calidad superior de semilla y características de crecimiento vegetativo a nivel de plántulas facilitarán un mejor desempeño en regiones con presencia de sequía, permitiéndoles una rápida y mejor emergencia, un mayor aprovechamiento de agua, luz, nutrientes, una mayor tasa de crecimiento y acumulación de materia seca de planta. Así mismos las plantas alcanzan un temprano y eficiente proceso fotosintético, una mayor capacidad de producción de vainas y semillas y finalmente un mayor rendimiento de granos. También disminuye el riesgo de resiembra y consumo de semillas (Elliot y Pérez, 2017). Por las razones antes expuestas la evaluación y selección de variedades en base a características de calidad de semillas y en particular las fisiológicas y de crecimiento vegetativo de plántula, puede contribuir a enfrentar más exitosamente las variantes del tiempo sobre todo en zonas vulnerables al mismo, como es la zona del corredor seco de Nicaragua.

V. CONCLUSIONES

La sanidad de las semillas tanto de variedades locales como mejoradas resultaron afectadas principalmente por *Aspergillus sp*, *Penicilium sp*, *Fusarium sp*, *Macrophammina sp* y *Bacillus sp*, las variedades locales que resultaron más contaminadas fueron Frijol rojo, Rojo seda, Rack, Maravilla VB y las variedades mejoradas INTA sequía y RCB 393.

Las semillas de variedades locales y mejoradas mostraron homogeneidad en sus valores promedios es sus características físicas de dimensiones y peso. Ambos grupos de variedades presentaron calidad fisiológica de semillas con buena emergencia total de campo, aunque se diferenciaron más en vigor.

Las variedades que resultaron con calidad superior de semillas según las pruebas de vigor y emergencia total dentro de las locales fueron Nicheño, Colombiano, Papa, Chile rojo, Maravilla VB, Negro, Frijol Rojo, Rack, Rojito T2, Rojito VB y las variedades mejoradas, Rojo extrema sequía, RSB-393, RT-855, INTA San Ramón, SMR-100, INTA precoz, SFF-60, INTA Norte, INTA sequía e INTA Rojo.

VI. RECOMENDACIONES

Continuar con el proceso de investigación a nivel de campo en localidades del corredor seco con las semillas de variedades que resultaron con vigor superior.

Utilizar semillas homogéneas en cuanto al estado de madures fisiológica cosechada y condiciones de almacén, para conocer con mayor precisión el vigor de las mismas

Experimentar con otros métodos y técnicas el estudio de caracteres relacionados con el sistema radical de plántulas de frijol, que permita una mejor identificación variedades tolerante a sequía.

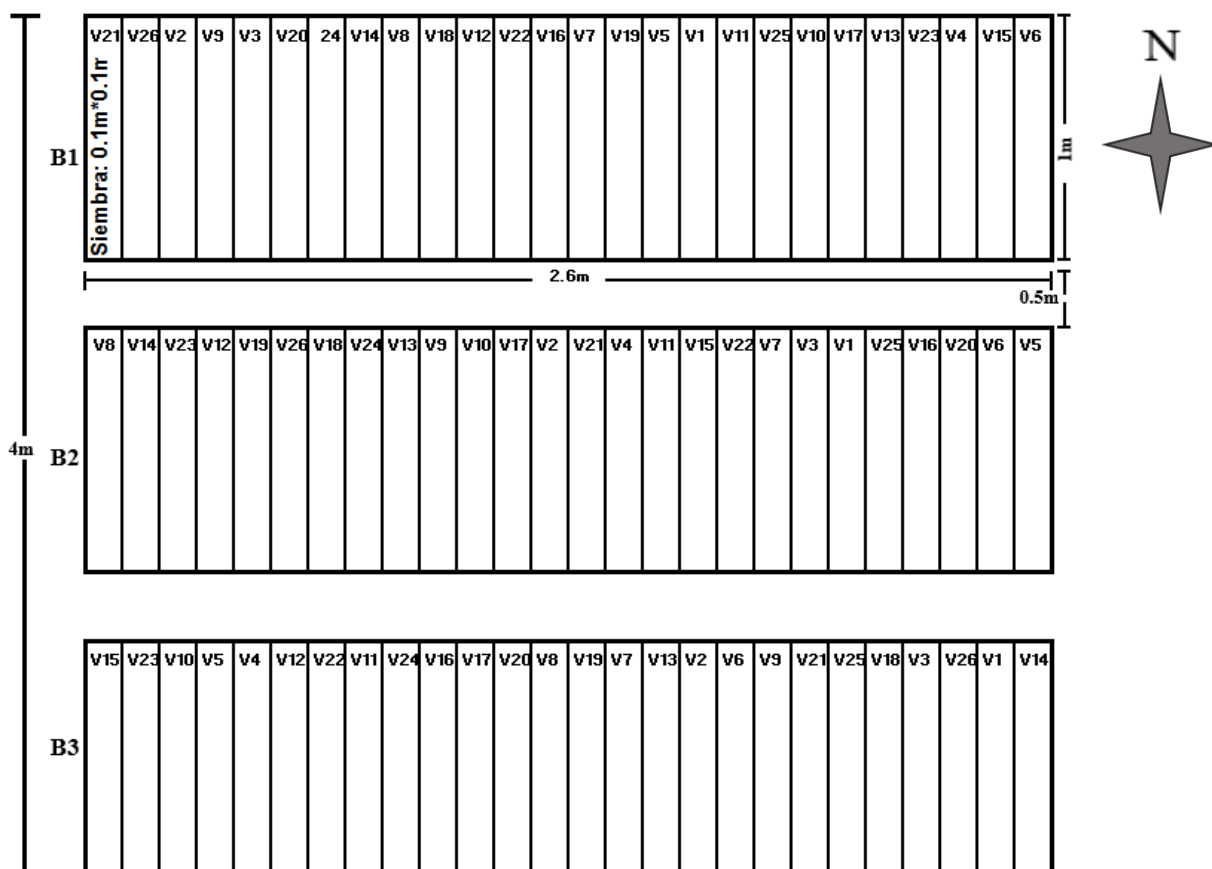
VII. LITERATURA CITADA

- Araya R; Rodríguez R; Molina J; Ramos F. 1992. Variedades Mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Conceptos, obtención y manejo (en línea). Bogotá, Colombia, CIAT. Consultado el 20 de abr. 2019. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/SB_327_U5_Vol.6.pdf
- Araya, R; Gutiérrez, M. 2016. Producción de semilla de alta calidad de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L): Patógenos que reducen la calidad de las semillas (en línea). Alajuela, Costa Rica. Consultado el 21 de mar. de 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/317239330_PRODUCION_DE_SEMILLA_DE_A_LTA_CALIDAD_DE_FRIJOL_COMUN_Phaseolus_vulgaris_L
- Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. The American phytopathological. 4 ed. Minesota, Estados Unidos. p. 216.
- Elliot, I; Pérez, C. 2017. Importancia de conocer el vigor de semilla de soya. (en línea). Paysandú, Uruguay. Consultado el 11 de set. de 2019. Disponible en <http://clinicavegetal.com/wp-content/uploads/2017/08/VIGOR-DE-SEMILLAS-DE-SOJA.pdf>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Nicaragua). 2008. Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central / IICA/ Proyecto Red SICTA, COSUDE. Managua, NI. 38 p
- INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria, Nicaragua). 2009. Guía tecnológica del cultivo del frijol. (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado el 02 de abr. 2019. Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20FRIJOL.pdf>
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Nicaragua). 2013. Guía metodológica de fitomejoramiento participativo en los cultivos de: maíz, frijol, arroz y sorgo. (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado el 20 de abr. 2019. Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/Guia%20metodologica%20de%20Fitomejoramiento%20Participativo%20da%20edicion%20.pdf>
- International Seed Testing Association (ISTA). 2016. Reglas internacionales para el análisis de semillas. Bassersdorf, Suiza
- Manfrini D. 2014. Aspecto a tener en cuenta análisis de vigor en semillas. (en línea). Revista del plan Agropecuario (111): 56-58. Consultado el 28 ago. 2019. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R111/R111_56.pdf
- Maguire James, D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for Seedling Emergences and Vigor. Crop Science.(en línea). Consultado el 04 de dic. 2018. Disponible en: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176/preview/pdf>

- Morales, M; Peña Valdivia; García A; Aguilar, G; Josué Kohashi. 2017. Características Físicas y de germinación de semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. (en línea). Agrociencia 51(1): 43-62. Texaco, México. Consultado el 20 de may. de 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/302/30249773005.pdf>
- Moreno Zeas, EA; Flores Fonseca, KS. 2015. Calidad de semilla de once variedades criollas, acriolladas y mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y cuatro de maíz (*Zea mays* L.) proveniente de los municipios de San Ramón, San Dionisio, Darío y Matagalpa. (en línea). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, UNA. Consultado el 09 de jul. 2019. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/3165/1/tnf03m843.pdf>
- Muños, G; Giraldo, G; Fernández, J. 1993. Descriptores varietales: Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. (En línea). Cali, Colombia, CIAT. Consultado 03 set. 2019. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_ciat/descriptores_varietales.pdf
- Pérez López, H. 2009. Efecto de Ambientes de almacenamiento sobre la calidad fisiológica de semilla de frijol (*phaseolus vulgaris* L.). (en línea). Tesis Ing. Agr. México. Consultado el 03 de jul. 2019. Disponible en <https://es.slideshare.net/recursostics/tesis-hermelindo-prezlppez>
- Polonia, J; Rao, I; Beebe, S; Garcia R. 2009. Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (*phaseolus vulgaris* L) en un sistema de tubos con suelo. (en línea). Cali CO. Consultado el 08 de jul 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262669452_Desarrollo_y_distribucion_de_raices_bajo_estres_por_sequia_en_frijol_comun_Phaseolus_vulgaris_L_en_un_sistema_de_tubos_con_suelo
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano de Insumos Agropecuarios, Nicaragua). 2011. Requisitos para la producción y comercialización de semilla certificada de granos básicos y soya NTON 11 028-10. (en línea). Managua, Nicaragua. La Gaceta n.168 y 169. Consultado 04 set. 2019. Disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aeea87dac762406257265005d21f7/c139ce4638b6dece0625791f005955ac?OpenDocument>
- Schaad, N; Jones, J; Chun, W. (2001) Laboratory guide for identification of Plant pathogenic bacteria. For the bacteriology committee of the American psychopathological society. 3 ed. edition. Minesota, Estados Unidos. 373 p.
- Schoonhoven, A; Corrales, P; Marcial A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. (en línea). Cali, Colombia, CIAT. Consultado el 25 ago. 2019. Disponible en https://books.google.com.co/books?id=mpgIE_jDedMC&printsec=frontcover&source=gbs_atb&hl=es#v=onepage&q&f=false

VIII. ANEXOS

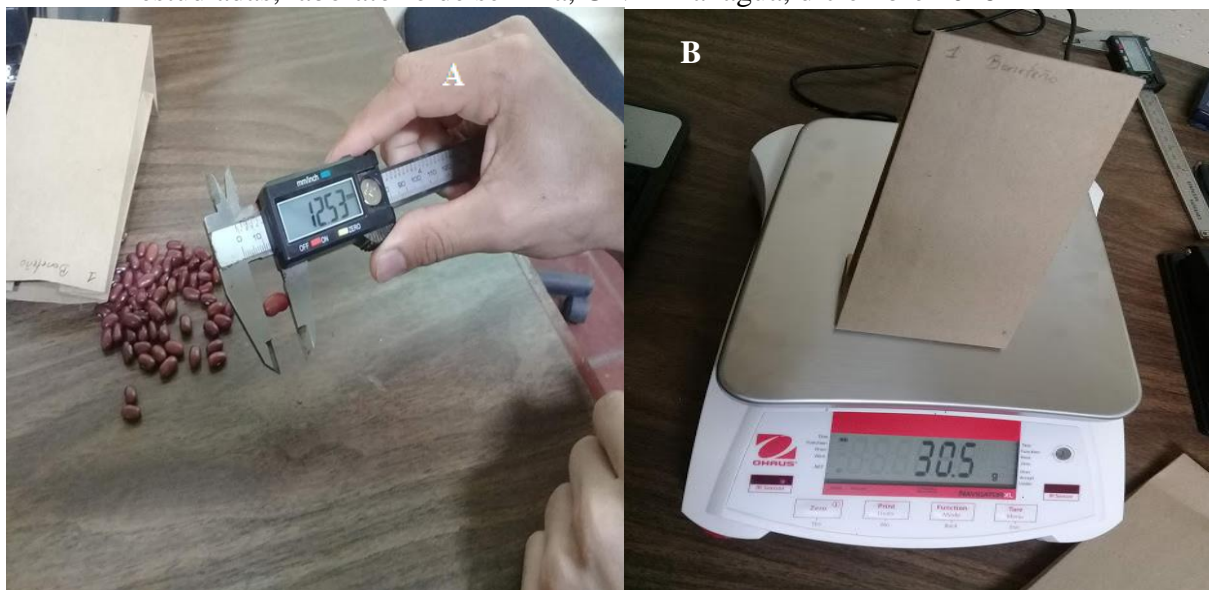
Anexo 1. Plano de campo



Anexo 2. Formas y colores de semillas de las diferentes variedades de frijol común utilizadas en este estudio



Anexo 3. Medición de dimensiones (A) y peso de semillas (B) de las distintas variedades estudiadas, laboratorio de semilla, UNA-Managua, diciembre 2018



Anexo 4. Desinfección de sustrato con agua caliente(A) y siembra de las semillas (B). Área de recursos genéticos, UNA-Managua, diciembre 2018



Anexo 5. Toma de datos de las semillas emergidas para determinar vigor y emergencia total de semillas de las distintas variedades de frijol. Área de recursos genéticos, UNA-Managua, diciembre 2018



Anexo 6. Extracción de plántulas a los 10 días después de la siembra(A) y medición del área radical (B) de las mismas. Área de recursos genéticos, UNA-Managua, diciembre 2018

